色の調味料瓶：料理を彩る食卓プロジェクションのためのインタフェース

甲藤 仁美[1,a)]　椎尾 一郎[1,b)]

概要：
コンピュータによる拡張現実，プロジェクションなどの手法を使って，仮想的な色，味，香りなどを料理に付加する手法が多数提案され，実験されている．我々は，料理において色が重要であることに着目し，天井に設置したプロジェクタにより，料理に色を投影することで，仮想的な食品着色料を実現するシステムを開発している．このシステムでは，ユーザが好みの色を料理に加えられる機能を目指している．そこで，色の調味料瓶と名付けた調味料瓶型デバイスをユーザが料理に振ることにより，料理の色を調整するユーザインタフェースを開発した．色の調味料瓶は，加速度センサと無線モジュールなどを内蔵したタンジブルなデバイスである．わかりやすいメタファーとタンジブルな操作性により，食事の場にふさわしいユーザインタフェースを提供する．

Magical Color Seasoning: A UI-device for Coloring Foods on Projection Table

Hitomi Katto[1,a)]　Itiro Siio[1,b)]

Abstract: Considering that color of foods significantly affects our eating experience including tasting, enjoyment, and dietary control, we are developing a system to put colors over dishes on a dining table by computer controlled projection. The system has a projector and cameras over the dining table, which project user-selected colors to dishes on the table. This paper describes newly developed user-interface method for selecting and putting colors on dishes, using a bottle-shaped device named “Magical Color Seasning” bottle. This device provides an ease of use method for manipulating the system based on a seasning-bottle metaphor which is easily acceptable at the dining situation.

1. はじめに

人は料理の美味しさを，味覚だけでなく，嗅覚．触覚，視覚，聴覚などの様々な感覚で知覚している．これに着目して，プロジェクションや AR などの手法により，人の感覚器官への刺激を制御して，料理の味を仮想的に変化させる多数の研究が実施されている．

筆者らは，食卓の上方に設置したプロジェクタにより料理に色を投影することで，料理に色をつけ，美味しさを演出するシステムを開発している．色は料理において重要な要素であり，従来の調理においても，素材の彩りを考慮したり，着色料により色を強調する手法が実施されている．料理の皿の適切な場所に色を投影できれば，素材の色だけでは困難な料理の彩りを実現することが可能である．また，素材の味や食の安全性に影響を与える可能性のある着色料を使用することなく，料理の色を強調したり変更できる．また，Birren[1] らにより，食物の色の違いにより，人の食欲を増進させたり，減退させる効果があることが示されている．このことから，料理の色を変えることで，美味しさを演出するだけでなく，食欲をコントロールすることも可能と考えられる．

このように食事に色を投影することで，美味しさや楽し

1　お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科理学専攻情報科学コース
Ochanomizu University, Bunkyo-ku, Tokyo 112–8610, Japan
a)　katto.hitomi@is.ocha.ac.jp
b)　siio@acm.org

さを演出したり，ダイエットを促すことが期待できる．しかし，目的にかなった色や形状を自動生成することは，ユーザの嗜好が大きく影響するため，一般には困難である．このため本システムでは，食事をするユーザに着色する色を選んでもらうこととした．そこで，色の調味料瓶と名付けた調味料瓶型デバイスをユーザが料理に振ることにより，料理の色を調整するユーザインタフェースを開発したので報告する．

2. 関連研究

コンピュータ技術により人の感覚器官への刺激を制御し，料理の味を仮想的に変化させる多数の研究が実施されている．

鳴海らは飲料に対して LED を用いた色の重畳を実験した [6]．基準となるジュースに対して LED のみで着色した場合に，人は LED 色の違いによって異なる味を感じたと結論づけている．また，鳴海らは HMD（Head Mount Display）を装着したユーザが手にした食品（クッキーなど）の見た目の大きさを変化させることで，食品を摂取した際の満腹感が変化することを検証している．また，コンピュータで制御した香料発生装置を用いて嗅覚にも情報提示することで，食品の味が変化することを検証した [2][3]．廣瀬らは，食器に内蔵したジャイロにより，食器のモーメントを制御することで，人が摂食する時の食材に対する知覚を変化させた [5]．この研究では，調味料瓶を模したデバイスを食器に対して振りかけることで食器のモーメントを変化させ，バーチャルな重さを作り出した．本研究でも，調味料瓶型デバイスを使用することで，直感的な操作を実現しようとしている．

食卓の上方にプロジェクタを設置して，食品に色や情報を提示する研究や試みが行われている．森らは食器の種類や色彩によって味が違って感じられる後光効果を利用し，皿の色を変化させることで食べ物をおいしく見せるシステムを作成した [7]．ここでは，皿に盛られた食品の色を検出し，これを引き立てる色を皿に投影した．本システムでは，投影する色や内容を，食事をするユーザが自由に作成するシステムをめざし，そのためのユーザインタフェースを開発する．

3. 色の調味料瓶

筆者らは，天井に設置したプロジェクタにより，料理に色を投影することで，食品への仮想的な着色を実現するシステムを開発している．このシステムにおいて，ユーザが好みの色を料理に加えるためのユーザインタフェースデバイスが「色の調味料瓶」である．ユーザは，この調味料瓶型デバイスを料理に振ることにより，料理の色を調整することができる．

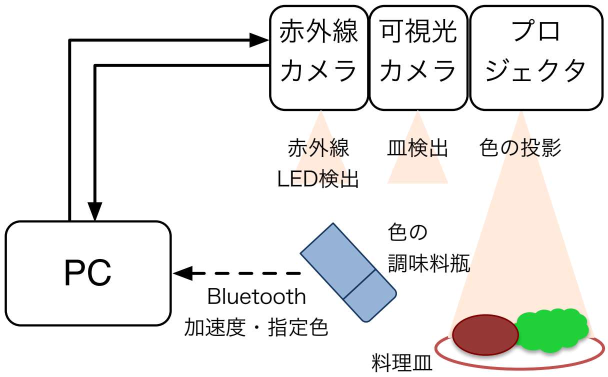

図 1 システムの構成

図 2 食卓に設置した様子．テーブル上方の箱にプロジェクタが格納されている．

3.1 色の投影

本システムの構成図を図 1 に示す．食卓の上部にプロジェクタ*1，可視光カメラ（カラーカメラ）*2，赤外線カメラを設置し，パーソナルコンピュータ (PC) *3 と接続した．赤外線カメラは，通常の USB 接続 web カメラ*4 を改造したものである．このカメラを分解し，赤外線遮断フィルタを取り外し，可視光遮断フィルタ（赤外線透過フィルタ）*5 を取り付けた．PC には openFrameworks*6 と OpenCV*7 ライブラリを導入し，C++言語によりシステムを開発した．

プロジェクタからは，ユーザが指定した料理皿部分に色を投影する．今回は，調味料を模したユーザインタフェー

*1 EPSON EB-410W
*2 Microsoft・Q2F-00020
*3 Apple 社 MacBook Pro．OS X 10.9.5．
*4 ELECOM 社，UCAM-DLH200HS
*5 富士フィルム社（IR-82）
*6 http://openframeworks.cc
*7 http://opencv.org

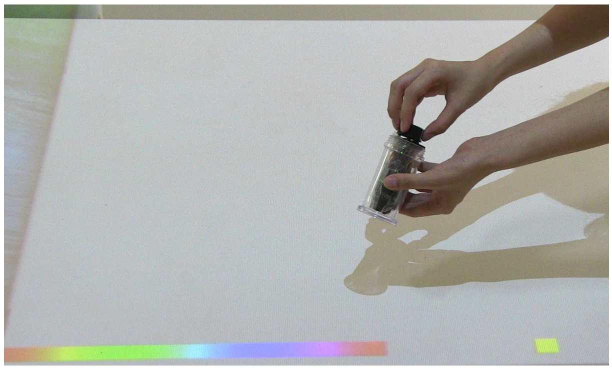

図 5　色選択のための表示

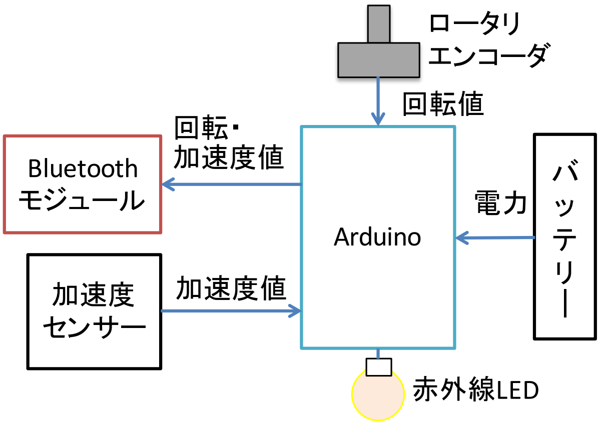

図 4　調味料瓶デバイスの構成図

スとしたため，塩や胡椒のような粒状の色を OpenCV の機能を利用して投影する．ユーザが料理皿を移動した場合には，これに従って投影内容が移動する．そこで，可視光カメラで撮影した画像から，OpenCV の Hough 変換による円検出の関数を利用して，テーブルに置かれた皿を検出している．このため円形の皿のみが利用可能である．現在は，複数の皿が移動される場合の対応などに未完成な部分があり，今後改善する予定である．一方，赤外線カメラは，ユーザが操作する調味料瓶デバイスの位置検出に使用される．後述のように調味料瓶デバイスには赤外線 LED が取り付けられている．プログラムは，赤外線カメラ映像から赤外線 LED による輝点を検出し，位置を検出する．

これらのシステムは，本学キャンパス内にある実験住宅「Ocha House」のダイニングルームに設置した．Ocha House は，家庭におけるユビキタスコンピューティング研究のために，建設された実験住宅である [4]．設置した様子を図 2 に示す．

3.2　調味料瓶デバイス

色の調味料瓶は，料理に色をつける操作のためのインタフェースを，調味料瓶というわかりやすいメタファーでタンジブルに提供するために設計されたデバイスである．図 3 に外観を示す．調味料瓶を模した筐体の中には，マイクロコンピュータ，加速度センサ，無線モジュール，ロータリーエンコーダ，赤外線 LED，充電式リチウムイオンバッテリー[*8] を内蔵している（図 4）．このほか，充電のためのコネクタと電源スイッチを備えている．

ロータリーエンコーダ[*9]には，図 3 のように調味料の振り出し口を模したつまみが取り付けられ，ユーザはこれを回すことで着色する色を選択する．ユーザは調味料瓶を持ち，皿に向けて振ることで料理に着色するが，これを検出するために加速度センサー[*10]が内蔵されている．マイクロコンピュータには Arduino Micro[*11]を使用した．マイクロコンピュータに組み込んだプログラムは，加速度センサとロータリーエンコーダの値を読み込み，その値を無線モジュール Bluetooth Mate Gold[*12]を使って PC に送信する．これを受信した PC では，加速度センサ値から，デバイスが静止状態であるか，振られているかを判断し，振られれば，調味料瓶の先に色を投影する．また，受信したロータリーエンコーダ値から着色すべき色を決定している．

調味料瓶型デバイスの下部には，赤外線 LED が設置され，デバイスの電源が入っている間，点灯している．この光を食卓上部の赤外線カメラで撮影し，画像を PC で取得する．LED が輝点として撮影できるように，カメラの感度を調整し，撮影画像の輝度値が適切な閾値以上である場所を LED の場所と判断し，デバイスの位置を検出している．

3.3　動作説明

本システムのユーザは，図 2 に示す食卓で食事を行う．食卓の縁には，色パレットが表示され，ユーザは，現在選択されている投影色を知ることができる．投影色は，デバイス上部に設置したロータリーエンコーダを回すことにより，全 12 色の内から一色を選択できる．将来は，ロータリーエンコーダを操作した時にのみ，本デバイスの近辺に色パレットが表示されるように改良したいと考えている．

[*8] LI-355SP，550mAh
[*9] アルプス電気社，EC16B
[*10] Kionix 社，KXR94-2050 モジュール
[*11] https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMicro
[*12] SparkFun 社

図 6　食物（白飯）に着色している様子

ユーザが調味料瓶デバイスを持ち上げ，料理皿に向けて振るジェスチャをすると，調味料瓶デバイス底部にある赤外線 LED の発光が赤外線カメラで撮影される．この画像から，PC のプログラムは調味料瓶デバイスの位置を検出する．調味料瓶を振るジェスチャは，調味料瓶デバイスに搭載された加速度センサにより検出される．そこで，PC のプログラムは，調味料瓶が振られた場所に色がつくように，プロジェクタから投影を行う．現在は，色の調味料瓶というメタファーに合わせて，塩や胡椒を散りばめたような粒状の色が料理に投影される設計にしている．着色方法には，粒状の他に，ぼかしや液体をかける表現など，様々な方法が考えられるので，今後比較検討していきたい．また現在の設計では，着色される場所は，赤外線カメラで取得した座標から，あらかじめ設定した距離内のランダムな場所としている．今後は，近辺で検出された皿に着色を集中させることなどを検討し，着色領域の設定を工夫していきたい．

上方のカメラでは，前述のように皿の位置と大きさを検出している．そこで着色領域を皿の上に限ることは可能であるが，現在の設計ではテーブル上も着色される．調味料瓶のメタファーで考えると，テーブル上にも色粒子がこぼれるのは自然であるが，ユーザの意図としては皿の上に限定すべきとも考えられる．この点についても今後検討したい．ユーザが皿を動かすと，皿の部分に着色された映像は皿に付いて移動するよう設計している．現在この機能は一応動作しているものの，安定した動作を実現させるために改良と調整をすすめていきたい．

PC 側のプログラムでは，調味料瓶デバイスから無線で送信されるセンサデータを受信しつつ，openFrameworks の描画処理を行う．そこで，この 2 つの処理を別プロセスにして，マルチスレッドによる同時処理を実行している．

以上のシステムを実際の食卓上で使用し，動作を確認した．今後は，被験者を募っての動作試験を行う予定である．

4.　まとめと今後の展望

天井に設置したプロジェクタにより仮想的な食品着色料を実現するシステムのために，色の調味料瓶と名付けた調味料瓶型デバイスを開発し，これをユーザが料理に振ることにより，料理の色を調整する機能を実装し，動作を確認した．開発した調味料瓶型デバイスを料理に対して振ることによって，食卓上方にあるプロジェクタから色が投影され，仮想的に料理に着色することができる．また，ダイヤルを回すことで着色する色を指定できる．今後，さらに改良を行い，実用性の高いデバイスとして完成させるとともに，被験者を募っての評価実験もすすめたい．

今回開発した色の調味料瓶は，塩や胡椒の調味料瓶をメタファーとして，手で持って振るデバイスとして設計した．これに対して，チューブ状の容器に入ったマヨネーズやケチャップのように，手で持って握ることで，料理の上に紐状にかける方式の調味料もある．現在，ゴム製チューブと圧力センサを組み合わせた色の調味料チューブを開発している．これを手に持ち握ることで，紐状の領域を着色でき，絵や文字などを料理に描くことが可能になるであろう．

謝辞　調味料瓶デバイスのハードウェア作成において，お茶の水女子大学学部教育研究協力員の的場やすし氏の協力を得た．

参考文献

[1] Birren, F.: Color and human appetite, *Food Technology*, Vol. 17, No. 5, p. 553 (1963).

[2] 鳴海拓志，伴　祐樹，梶　波崇，谷川智洋，廣瀬通孝：拡張満腹感: 拡張現実感を利用した食品の見た目の操作による満腹感のコントロール，*Interaction* (2012).

[3] Narumi, T., Nishizaka, S., Kajinami, T., Tanikawa, T. and Hirose, M.: Meta cookie+: an illusion-based gustatory display, *Virtual and Mixed Reality-New Trends*, p. 260.

[4] 椎尾一郎，元岡展久，塚田浩二，神原啓介，太田裕治：Ocha House とユビキタスコンピューティング，ヒューマンインタフェース学会誌 = Journal of Human Interface Society : human interface，Vol. 12, No. 1, pp. 7–12（オンライン），入手先 ⟨http://ci.nii.ac.jp/naid/10026048846/⟩ (2010).

[5] 廣瀬雅治，岩崎花梨，野尻　梢，武田　港，杉浦裕太，稲見昌彦：おもみ調味料グラビトミン酸: 食品の重さのインタラクティブな変化を利用したエンターテイメントシステム，情報処理学会研究報告. EC, エンタテインメントコンピューティング，Vol. 2014, No. 71, pp. 1–5 (2014).

[6] 鳴海拓志，佐藤宗彦，谷川智洋，廣瀬通孝：味覚ディスプレイに関する研究 第二報: 飲料への色の重畳を用いたクロスモーダルな味提示手法の評価 (テーマセッション, クロスモーダル)，電子情報通信学会技術研究報告. SP, 音声，Vol. 109, No. 375, p. 311.

[7] 森　麻紀，栗原一貴，塚田浩二，椎尾一郎：いろどりん: 食卓の彩り支援システム (料理メディア研究会特別セッション)，電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎，Vol. 107, No. 454, p. 69.